

東京大学工学系研究科材料学専攻 ガラス材料学研究室

東京大学工学系研究科材料学専攻ガラス材料学研究室

井上 博之

**Glass Science and Engineering Laboratory, Department of Materials
Science, School of Engineering, The University of Tokyo**

Hiroyuki Inoue

Department of Materials Science, School of Engineering, The University of Tokyo

当研究室の属している材料学科は、古くは冶金学科に始まり、その後に金属工学科・金属材料学科の2学科となり、さらに、金属材料学科を材料学科へ改名して現在に至っています。近年の社会的背景や学生の指向の変化に対応して、学科の看板を付け替えるだけでなく、構成する教官の専門分野も変わってきました。この両学科の方向が金属から異なる材料へ向けて拡大して行く初期段階の今から11年ほど前に当時科学技術庁無機材質研究所に在職していた現在の牧島教授の赴任により、当研究室が始まりました。その後、当学科では、電子セラミックス、半導体加工・プロセス・物性、生体適合材料・高分子ミセルなどを専門分野とする教官を新たに加え、本年4月からは、上記の2学科を統合し、マテリアル工学科としてこれまで以上に広い材料分野へと向けて進んでいるところです。

ガラス材料学研究室は、現在、牧島亮男教授、筆者、曾我公平助手、本宮サカエ職員の4人のスタッフと博士課程の3名、修士課程の5名と学部4年生の5名で構成されています。

〒113-8656 文京区本郷7-3-1
TEL 03-5841-7113
FAX 03-5841-8653
E-mail: inoue@glass.mm.t.u-tokyo.ac.jp

やっと、博士・修士・卒業論文の発表が終わり、慌ただしい1月、2月が過ぎて、研究室に平穏が戻ってきたところですが、4月からの新しい年度の準備を始めているところです。研究活動の面では、研究室名の示す通り、非晶質・ガラス質を対象として、溶融法・ゾル-ゲル法・分相現象を利用して、主に光学的特性に着目して、その評価・解析を中心に研究を行っています。具体的なテーマを大きく分けると、(1)ゾル-ゲル法による有機-無機複合体の作製とその評価、(2)希土類イオン含有ガラスの光学的性质、(3)液相における分相現象を利用した微小球の作製と特性、となります。

それでは、内容を以下に簡単に紹介します。

(1) ゾル-ゲル法による有機-無機複合体の作製とその評価

本研究は、牧島教授（当時無機材質研究所）らのキニザリンと SiO_2 ゲルの複合体による光化学ホールバーニングの報告を起点とし、当研究室開設当初から行ってきた研究テーマの一つです。これまでに多くの研究グループから様々な有機分子と無機非晶質ゲルの組み合わせが報告されてきました。作製条件の制御により、光

学顕微鏡レベルの観察では、凝集の認められない均一に有機分子が分散した複合体の作製が可能です。しかし、その分散特性や光化学ホールバーニングの特性から、ゲルの持つ微細な細孔の表面に有機分子が吸着されている状態に類似していると多くの場合考えられるようになりました。これでは、分散状態は、官能基により様々な修飾することができる有機系の高分子に劣り、また、比較的強固な SiO_2 マトリックスの特性を有機分子の特性に加味することを期待することは困難です。そこで、有機修飾したアルコキシドを原料とし、有機分子と架橋させる方法が行われてきました。この場合、分散特性は改善され、また、無機マトリックスの持つ特性の一部も維持することができることがわかってきました。当研究室では、有機分子と直接結合を作るたとえば錯形成を利用して、有機分子と無機系のマトリックスの組み合わせにより、初めて機能する有機-無機複合体の合成を目指しています。先のキニザリンは、Al や Ti などと錯形成し、吸収帯が同じ様に長波長側へ移動します。しかし、マトリックスを Al_2O_3 ゲルと TiO_2 ゲルとした場合では、その蛍光寿命に大きな違いがあり、錯体の励起状態からの電子移動が深く関与していることがわかってきました。有機-無機の組み合わせとその間の相互作用を様々な制御することにより、これまで以上に興味深い特性の発現が期待できる物質系と考えております。

(2) 希土類イオン含有ガラスの光学的性質

希土類イオン含有ガラスは、最近では、光増幅器の実用化等で注目されてきました。希土類イオンの光の吸収・発光は、周囲の構造と密接な関係があり、その解析を通して最終的には、構造から光学的特性の設計を目指して研究を行っています。この研究を始めた頃は、自記分光光度計だけであった測定系も、自作の色素レーザーを経て、現在では、2 波長レーザー励起の測定ができるまで測定系としては進歩してきま

した。解析においても、構造モデルの作成から、希土類イオンの吸収・発光スペクトルの算出、希土類イオン間のエネルギー移動などが先の実測と対比させて議論できるところまで進んできました。特性に近いところに構造情報があり、その構造が特性を大きく支配しているところが、希土類イオンとその周囲の構造の関係と捉えることができます。こんな方法で、埋もれてしまっているガラス組成に優れた特性を見出せたり、新しい特性が導き出せたらと考えています。

(3) 液相における分相現象を利用した微小球の作製と特性

ガラスにおける分相現象としては、液相線温度以下で起きるバイコールに代表される分相現象が大変有名ですが、液相線温度以上で起きる分相現象も大変興味深いものがあります。当研究室では、 $\text{RO-B}_2\text{O}_3$ 系での液相線温度以上で起きる分相現象に着目しています。これらの組成では、比較的低い温度で実験ができ、析出相が核生成・成長・オストワルド成長と各段階を追って観察することができます。その析出機構の解析のためにその場観察・微小重力実験なども行っています。RO の成分率が低い組成では、析出相の形態は球形であり、熱処理条件を制御することにより、数 μm ～ 数十 μm まで比較的容易に制御することができます。また、母相の組成は B_2O_3 と析出相との化学的耐久性が大きく異なるために、析出相を微小球として取り出すこともできます。さらに、希土類元素を添加すると、その多くが析出相に入るために、微小球内での共振現象も観測することができました。希土類イオン濃度の最適化や光学系の改善によりレーザー発振が観測できる日も近いものと期待しております。

この 10 年余り様々な形で研究・教育にご協力いただきましたことを深く感謝するとともに、益々の研究発展のために今後ともご助言いただけますようお願いいたします。